

Zweidimensionales Antennen-Array

5

10 Die Erfindung betrifft ein zweidimensionales Antennen-
Array nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 gemäß
Haupt-Patent Nr. 102 56 960.6.

15 Gemäß Hauptpatent wird ausgehend vom gattungsbildenden
Stand der Technik beispielsweise gemäß der US 6,351,243
ein verbessertes Antennen-Array vorgeschlagen, mit welchem
für die Strahler oder Strahlergruppen in den einzelnen
Spalten je nach den Erfordernissen bestimmte Halbwerts-
breiten erzeugt werden.

20 Gemäß Hauptpatent ist von daher bereits ein zweidimensionales
Antennen-Array mit folgenden Merkmalen vorgeschlagen
worden:

25

- es sind zumindest zwei vertikal verlaufende Spalten vorgesehen,
- zumindest in einer Spalte und vorzugsweise in allen Spalten sind insgesamt zumindest zwei und vorzugsweise zumindest drei Strahler oder Strahler-

gruppen in Vertikalrichtung versetzt zueinander angeordnet,

- in zumindest einer Spalte ist die Anordnung derart, dass die in dieser zumindest einen Spalte vorgesehenen Strahler oder Strahlergruppen bis auf zumindest einen Strahler oder zumindest eine Strahlergruppe gemeinsam gespeist sind, und
- dieser zumindest eine Strahler oder die zumindest eine Strahlergruppe wird mit den Strahlern oder Strahlergruppen einer benachbarten Spalte gemeinsam gespeist.

Gemäß Hauptpatent sind dazu verschiedenste Ausführungsbeispiele und Reversationsmöglichkeiten für das vorstehend genannte allgemeine Prinzip wiedergegeben.

Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung sollen weitere Ausführungsbeispiele für diesen allgemeinen Erfindungsgedanken erläutert werden.

Dabei zeigen im Einzelnen:

Figur 1: eine weiteres Ausführungsbeispiel für ein zweispaltiges Antennen-Array;

Figur 2: ein zu Figur 1 leicht abgewandeltes Ausführungsbeispiel; und

Figur 3: ein Ausführungsbeispiel für ein vierspaltiges Antennen-Array.

Wegen dem Gesamtaufbau der nachfolgend ergänzend erläuterten Antennen-Arrays wird auf den Offenbarungsgehalt der

deutschen Basisanmeldung 102 56 960.6 in vollem Umfange verwiesen und zum Inhalt der vorliegenden Anmeldung gemacht.

5

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist ein Antennen-Array mit zwei Spalten 5, d.h. einer Spalte 5a und einer Spalte 5b vorgesehen, in welchem eine Vielzahl von dualpolarisierten Strahlern 9 in einem regelmäßigen 10 Vertikalabstand übereinander angeordnet sind.

Dabei sind die in Figur 1 in hell wiedergegebenen Strahler 9 in der linken Spalte 5a gemeinsam gespeist. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist ersichtlich, dass bei 15 den Strahlern in der linken Spalte 5a - wie bei diesem Ausführungsbeispiel in der Mitte, was aber nicht zwangsläufig notwendig ist - ein Strahler 109b eingezeichnet ist, der dunkel gestaltet ist. Bei einem üblichen Antennen-Array nach dem Stand der Technik würde dieser in 20 der linken Spalte 5a in der Mitte wiedergegebene und dunkel eingezeichnete Strahler 109b ebenfalls mit den anderen Strahlern in dieser Spalte 5a gespeist werden. Dabei würde der Vertikalabstand zwischen allen gezeigten Strahlern 9 der linken Spalte 5a im ganzen oder im überwiegenden Maße 25 in einem gleichen Rasterabstand vertikal übereinander angeordnet sein. Abweichend zum Stand der Technik ist aber nunmehr vorgesehen, dass der in der Mitte an sich vorgesehene und mit den in der linken Spalte 5a gemeinsam gespeisten und dort hell eingezeichneten Strahlern 9 zusätzlich vorgesehene Strahler nicht in der linken Spalte, 30 sondern dazu versetzt nunmehr in der rechten Spalte 5b angeordnet wird, wo er mit dem Bezugszeichen 109a gekennzeichnet und in der rechten Spalte in der Mitte sitzend

eingezeichnet ist. Alle hell gezeichneten und in der linken Spalte 5a sitzenden Strahlerelement werden nunmehr gemeinsam mit dem ebenfalls hell gezeichneten und in der rechten Spalte 5b angeordneten Strahler 109a gemeinsam gespeist. Die vertikale Rasterfolge, d.h. der vertikale Abstand, allgemein gesprochen also die Vertikalkomponente des räumlichen Abstandes zwischen jeweils zwei benachbarten gemeinsam gespeisten Strahlern 9, 109, ist also gleich geblieben. Denn es ist lediglich ausgehend von einem herkömmlichen Antennen-Array nach dem Stand der Technik ein Strahler 109 genommen und in eine benachbarte Spalte 5b positioniert worden. Gleichwohl werden alle diese in Figur 1 hell wiedergegebenen Strahler gemeinsam gespeist.

15 Das gleiche gilt für die in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 für die rechte Spalte 5b wiedergegebenen und dort grundsätzlich dunkel eingezeichneten Strahler 9. Letztlich ergibt sich das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 alleine dadurch, dass ausgehend von einem herkömmlichen Strahler-
20 element die in einer Höhenlinie an sich positionierten Strahler 109a und 109b nicht in der Spalte angeordnet sind, in der sie gemeinsam mit den verbleibenden Strahlern 109 gespeist werden, sondern dass diese beiden auf gleicher Höhenlinie liegenden Strahler 109a, 109b in ihrer
25 Position vertauscht werden, so dass der Strahler 109a, der mit den in der Spalte 5a befindlichen Strahlern 9 gemeinsam gespeist wird, nunmehr in einer dazu versetzt liegenden anderen Spalte, allgemein in einer benachbarten Spalte 5b sitzt, und dass umgekehrt der mit den in der rechten Spalte 5b gemeinsam gespeisten Strahlern 9 an sich befindliche Strahler 109b nunmehr in der linken Spalte positioniert wird. Ebenso könnte das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 auch so gedeutet werden, dass lediglich auf einer

gemeinsamen Höhenlinie zumindest ein Paar von Strahlern 109a, 109b festgelegt wird, die nicht mit den in der gleichen Spalte befindlichen Strahlern gemeinsam gespeist werden, sondern die jeweils wechselweise mit den Strahlern 5 in einer benachbarten Gruppe gemeinsam gespeist werden.

Abweichend von dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 könnten natürlich auch auf anderen Höhenlinien jeweils ein weiteres Paar von Strahlern genommen werden, bei denen der 10 betreffende Strahler nicht mit den in der gleichen Spalte befindlichen weiteren Strahlern, sondern mit den in einer benachbarten Spalte angeordneten Strahlern gemeinsam gespeist werden.

15 Abweichend von dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 kann natürlich die Zahl der in jeder Spalte insgesamt vorgesehenen Strahler oder Strahlergruppen größer oder niedriger als im gezeigten Ausführungsbeispiel sein. Ebenso kann die Anzahl der Strahler in den einzelnen Spalten voneinander 20 abweichen. Selbst die Art des verwendeten Strahlerelementes kann unterschiedlich gewählt werden, beispielsweise in Form eines Dipolkreuzes, Dipolquadrates, eines sogenannten Vektor-Dipoles wie es anhand des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 1 erläutert ist etc. Die in Figur 1 in einer anderen Spalte sitzenden Strahler 109a bzw. 109b könnten 25 auch nach außen liegend versetzt angeordnet sein, so dass die Gesamtbreite des Antennen-Arrays dadurch doppelt so breit werden würde. Dies würde aber nur unnötigen Bauraum erfordern, weshalb der viel effizientere, raumsparende Weg jener ist, wie anhand von Figur 1 erläutert ist. Denn dort 30 kann der seitliche Versatz der Strahler 109a und 109b vorgenommen werden, ohne dass zusätzlicher Bauraum benötigt wird.

Mit einem Antennenarray entsprechend Figur 1 (grundsätzlich aber auch ebenso bezüglich der nachfolgend noch erörterten Figur 2 oder Figur 3) ist es möglich, die jeweils gemeinsam gespeisten Strahler als eine Antenne zu verwenden, die getrennt von den mehrheitlich in einer anderen Spalte angeordneten und gemeinsam gespeisten Strahlern betrieben wird. Dies ist auch deshalb möglich, da üblicherweise die gemeinsam gespeisten Strahler von den anderen Strahlern ausreichend entkoppelt sind, obgleich sie üblicherweise in einem gleichen Frequenzband oder Frequenzbereich betrieben oder eingesetzt werden können. Im Sendebetrieb wird aber üblicherweise nur eine Antenne verwendet, d.h. beispielsweise die in Figur 1 in der linken Spalte 5a befindlichen und dort hell eingezeichneten Strahler 9 zusammen mit den in der rechten Spalte befindlichen, mittig angeordneten und ebenfalls hell eingezeichneten Strahler 109a. Durch diese zumindest eine zusätzliche Strahlereinheit 109a wird dabei die Strahlbreite in horizontaler Richtung verändert und kann dadurch bevorzugt verringert werden. Ohne diese in der anderen Spalte angeordneten zumindest eine zusätzliche Strahlereinheit 9a würde ansonsten zwangsläufig die Halbwertsbreite eines derartigen spaltenförmigen Antennenaufbaus zwischen 80 bis 100°, d.h. insbesondere um 90° liegen, wobei diese Halbwertsbreite praktisch nicht verändert oder verringert werden könnte. Da die in Rede stehenden Antennenarrays bevorzugt auch als sogenannte Smart-Antennen eingesetzt werden können, bei der die in mehreren Spalten befindlichen Strahler zur Durchführung einer Beamformung verwendet werden, um die Hauptkeule des Antennenarrays in unterschiedlichen Azimutrichtungen einstellen zu können, ist es insbesondere erforderlich, dass der Horizontalabstand der Zentren der Strahler, also der Horizontalabstand zwischen

Vertikallinien, auf den in zwei benachbarten Spalten die Strahler 9 angeordnet sind, etwa $\lambda/2$ beträgt (wobei die Abweichung bevorzugt weniger als $\pm 20\%$ bzw. weniger als $\pm 10\%$ oder gar weniger als $\pm 5\%$ betragen sollen), erschwert dies an sich die Aufgabe, eine Lösung zu finden, um das Strahlungsspektrum einer Einzelantenne auf deutlich unter 90° Halbwertsbreite zu verringern. Dies ist ferner durch die erfindungsgemäße Lösung mit der Anordnung von einem oder mehreren Strahlern oder Strahlergruppen in einer benachbarten Spalte möglich. Insbesondere beim Empfang kann das Antennenarray bezüglich der Strahlung einzelner Spalten ebenfalls wieder getrennt betrieben oder gerade in mehreren Spalten zusammengeschaltet werden.

Figur 2 unterscheidet sich von Figur 1 zum einen nur dadurch, dass in einer Spalte übereinander nicht elf Strahler, sondern lediglich neun Strahler angeordnet sind. Dies ist aber insoweit relativ unerheblich, da in den einzelnen Spalten ohnehin die Zahl der übereinander angeordneten Strahler beliebig abweichen kann.

Anhand von Figur 2 ist lediglich gezeigt worden, dass der Horizontalversatz der beiden mittleren Strahler 109a und 109b, die jeweils wechselweise mit den Strahlern 9 in der jeweils anderen Spalte gespeist werden, größer ist als der Horizontalabstand der verbleibenden, jeweils auf einer Höhenlinie angeordneten Strahler in den benachbarten Spalten. Auch dadurch kann das horizontale Strahlspektrum nochmals beeinflusst und verändert werden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Abstand zwischen den Zentren der in den linken und rechten Spalten angeordneten Strahler an sich etwa $\lambda/2$ oder liegt in diesem Bereich. D.h., dass der Abstand zwischen den Strahlern der linken

und rechten Spalte beispielsweise kleiner als $\lambda/2 \pm 20\%$ oder vorzugsweise kleiner als $\lambda/2 \pm 10\%$ betragen kann, wobei nunmehr der Abstand zwischen den Zentren der beiden in der Mitte angeordneten nach außen versetzt liegenden 5 Strahler 109a, 109b, beispielsweise in einem Bereich zwischen $\lambda/2$ und λ liegt. Aber auch hier kann der Abstand noch deutlich größer gewählt werden, um unterschiedliche Strahlformungsbreiten zu realisieren.

10 Anhand von Figur 3 ist ein Beispiel für ein vierspaltiges Antennen-Array mit den Spalten 5a, 5b, 5c und 5d gezeigt. In jeder Spalte sind in diesem Ausführungsbeispiel insgesamt 9 Strahler angeordnet.

15 Üblicherweise werden alle Strahler in einer Spalte gemeinsam gespeist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist auf mittlerer Höhenlinie jedoch jeweils paarweise eine Vertauschung der Speisung derart vorgenommen worden, dass die in der linken Spalte 5a an sich gemeinsam gespeisten Strahler 20 9 nicht mit dem in der linken Spalte 5a befindlichen mittleren Strahler 109b, sondern den mit dem in der zweiten Spalte 5b in gleicher Höhenlinie vorgesehenen Strahler 109a gemeinsam gespeist werden.

25 Umgekehrt werden die in der zweiten Spalte befindlichen dunkel eingezeichneten Strahler 9 gemeinsam gespeist, allerdings nicht mit dem in der Mitte befindlichen Strahler. Hier erfolgt die gemeinsame Speisung mit dem in der ersten Spalte 5a angeordneten Strahler 109b.

30 Ebenso ist die Anspeisung in der dritten und vierten Spalte 5c, 5d vertauscht vorgenommen. Auch dort werden die in der Spalte 5d hell eingezeichneten Strahler 9 nicht mit

dem in der gleichen Spalte in der Mitte angeordneten Strahler 109c, sondern mit dem in der dritten Spalte 5c in der Mitte angeordneten Strahler 109d gemeinsam gespeist. Die in der dritten Spalte 5c angeordneten dunkel eingezeichneten Strahler werden dann mit dem in der Mitte des Antennen-Arrays in Spalte 5d liegenden Strahlereinheit 109c gemeinsam gespeist.

Auch in diesem Ausführungsbeispiel können wiederum weitere 10 Paare von Strahlern auf anderen Höhenlinien ebenfalls vertauscht angespeist werden. Im übrigen können auch alle in Figur 3 hell eingezeichneten Strahler gemeinsam gespeist und beispielsweise alle dunkel eingezeichneten Strahler gemeinsam gespeist werden.

Auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 beträgt der 15 Abstand zwischen zwei horizontal benachbarter Strahler, die in zwei unterschiedlichen Spalten angeordnet sind, bevorzugt etwa $\lambda/2$. D.h., allgemein beträgt der Abstand zwischen den horizontal benachbarten Strahlern $\lambda/2 \pm$ weniger als 20% bzw. \pm weniger als 10% Abweichung davon.

Durch all diese Maßnahmen kann eine Strahlformung innerhalb einer Spalte mit einfachsten Mitteln unterschiedlich 25 voreingestellt werden. Denn in Abhängigkeit davon, ob in einer Spalte jeweils nur ein Teil der dort vorgesehenen Strahler gemeinsam gespeist werden und ob und wenn ja wie viele weitere gemeinsam gespeiste Strahler in einer anderen Spalte angeordnet sind, wird ein unterschiedlich breites Horizontaldiagramm bezüglich einer Spalte eines derartigen Antennen-Arrays erzielt.

5

Patentansprüche:

1. Zweidimensionales Antennen-Array mit folgenden Merkma-
10 len:

- es sind zumindest zwei vertikal verlaufende Spal-
ten (5; 5a, 5b, 5c, 5d) vorgesehen,
- zumindest in einer Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) und
15 vorzugsweise in allen Spalten (5; 5a, 5b, 5c, 5d)
sind insgesamt zumindest zwei und vorzugsweise
zumindest drei Strahler oder Strahlergruppen (9;
109a, 109b, 109c, 109d) in Vertikalrichtung ver-
setzt zueinander angeordnet,
- in zumindest einer Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) ist
20 die Anordnung derart, dass die in dieser zumindest
einen Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) vorgesehenen
Strahler oder Strahlergruppen (9) bis auf zumin-
dest einen Strahler oder zumindest eine Strahler-
gruppe (109a, 109b, 109c, 109d) gemeinsam gespeist
25 sind, und
- dieser zumindest eine Strahler oder die zumindest
eine Strahlergruppe (109a, 109b, 109c, 109d) wird
mit den Strahlern oder Strahlergruppen (9) einer
benachbarten Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) gemeinsam
30 gespeist.

2. Antennen-Array nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die jeweils gemeinsam gespeisten Strahler oder Strah-
lergruppen (9) so angeordnet sind, dass auch bei gegebenem

Horizontalversatz der Vertikalabstand gleich ist.

3. Antennen-Array nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweils gemeinsam gespeisten Strahler oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) in Vertikalrichtung so versetzt zueinander angeordnet sind, dass der Vertikalabstand zwischen zwei vertikal versetzt zueinander liegenden Strahlern oder Strahlergruppen (9; 109a, 109 b, 109c, 109d) bzw. der Vertikalabstand der auf unterschiedlichen Höhen liegend angeordneten Strahlern oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) für die Mehrzahl der Strahler oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) ähnlich oder gleich ist.
- 15 4. Antennen-Array nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichn t**, dass die jeweils gemeinsam gespeisten Strahler oder Strahlergruppen (9, 109a, 109b, 109c, 109d) in Vertikalrichtung so versetzt zueinander angeordnet sind, dass der Vertikalabstand zwischen zwei vertikal versetzt zueinander liegenden Strahlern oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) bzw. der Vertikalabstand der auf unterschiedlichen Höhen liegend angeordneten Strahlern oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) für alle Strahler oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) ähnlich oder gleich ist.
- 25 5. Antennen-Array nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strahler und Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) in zumindest beiden Spalten (5; 5a, 5b) paarweise auf gemeinsamer Höhenlinie angeordnet sind.
- 30 6. Antennen-Array nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **da-**

5 **durch gekennzeichnet**, dass die jeweils gemeinsam gespeisten Strahler oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) in einem regelmäßigen Vertikalabstand übereinander angeordnet sind und dabei zumindest der eine Strahler oder die zumindest eine Strahlergruppe (109a, 109b, 109c, 109d) lediglich mit Horizontalversatz zu den anderen gemeinsam gespeisten Strahlern oder Strahlergruppen (9) in einer benachbarten Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) angeordnet sind.

10 7. Antennen-Array nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **da-**
 durch gekennzeichnet, dass in den zumindest beiden Spalten (5; 5a, 5b, 5c, 5d) jeweils Strahler oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) in regelmäßigm Vertikalab-
 stand zueinander und dabei paarweise in gleicher Höhenlage
15 angeordnet sind, wobei in zumindest beiden Spalten (5; 5a,
 5b, 5c, 5d) zumindest ein Paar von zwei Strahlern oder
 zwei Strahlergruppen (109a, 109b, 109c, 109d) vorgesehen
 sind, derart, dass jeweils die in einer Spalte (5; 5a, 5b,
 5c, 5d) angeordneten und gemeinsam gespeisten Strahler
20 oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) mit dem
 zumindest einen Strahler oder der zumindest einen Strah-
 lergruppe (109a, 109b, 109c, 109d) der benachbarten Spal-
 ten (5; 5a, 5b, 5c, 5d) gemeinsam gespeist wird.

345 P 349-1

5 Zweidimensionales Antennen-Array

Zusammenfassung:

10

Ein verbessertes Antennen-Array zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- 15 es sind zumindest zwei vertikal verlaufende Spalten (5; 5a, 5b, 5c, 5d) vorgesehen,
- 20 zumindest in einer Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) und vorzugsweise in allen Spalten (5; 5a, 5b, 5c, 5d) sind insgesamt zumindest zwei und vorzugsweise zumindest drei Strahler oder Strahlergruppen (9; 109a, 109b, 109c, 109d) in Vertikalrichtung versetzt zueinander angeordnet,
- 25 in zumindest einer Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) ist die Anordnung derart, dass die in dieser zumindest einen Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) vorgesehenen Strahler oder Strahlergruppen (9) bis auf zumindest einen Strahler oder zumindest eine Strahlergruppe (109a, 109b, 109c, 109d) gemeinsam gespeist sind, und
- 30 dieser zumindest eine Strahler oder die zumindest eine Strahlergruppe (109a, 109b, 109c, 109d) wird mit den Strahlern oder Strahlergruppen (9) einer benachbarten Spalte (5; 5a, 5b, 5c, 5d) gemeinsam gespeist.